

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK TERHADAP KETERSEDIAAN AIR BERSIH DI KABUPATEN KUTAI TIMUR PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Dimas Primadian N, Dirgahayu Lantara, Rahmaniah Malik, Taufik Nur

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia

Email: dnugroho717@hotmail.com

Abstrak

Seiring dengan meningkatnya laju pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan air bersih pun meningkat. Melalui PDAM Tirta Tuah Benua di Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur, pemerintah Kabupaten Kutai Timur berusaha meningkatkan penyediaan air bersih perpipaan di daerah tersebut. Penyediaan air bersih perpipaan di Kabupaten Kutai Timur terkendala oleh sisi supply, yakni terbatasnya sumber air baku dan kehilangan air sehingga konsumsi air bersih yang merupakan sisi demand sulit dipenuhi. Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini peningkatan penyediaan air bersih perpipaan di Kabupaten Kutai Timur melalui intervensi dari segi penyediaan dan permintaan terhadap air bersih. Terdapat kompleksitas hubungan yang cukup tinggi antara penyediaan dan kebutuhan air bersih dimana banyak faktor yang mempengaruhinya sehingga digunakan pemodelan dinamika sistem untuk mengungkap keterkaitan dan perilaku faktor-faktor tersebut.

Kata kunci: kapasitas pengolahan, model dinamik, pasokan air, pelanggan pdam, air bersih

Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang unik karena ketersediaan air bersih memegang peranan penting bagi kelangsungan hidup manusia, di antaranya untuk memproduksi pangan, pengembangan ekonomi dan kesejahteraan serta kesehatan manusia. Populasi yang meningkat dan peningkatan standar hidup manusia akan menambah permintaan air sehingga terjadi eksploitasi manusia terhadap air tanah, air permukaan, hutan, dan lahan pertanian untuk dijadikan tempat tinggal maupun pembangunan industri. Eksploitasi tersebut menyebabkan kekeringan pada musim kemarau, dan menimbulkan banjir pada musim hujan. Sementara peningkatan industri dan rendahnya kontrol pemerintah akan mengakibatkan limbah pabrik yang tidak didaur ulang mencemari air. Di samping itu, perubahan iklim akibat pemanasan global yang terjadi akhir-akhir ini diduga

juga akan mempengaruhi curah hujan dan ketersediaan air (Ariyani, 2009)

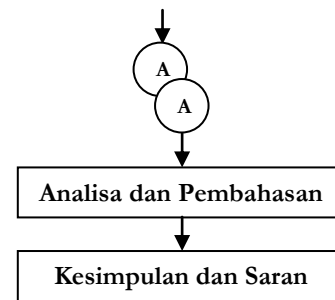
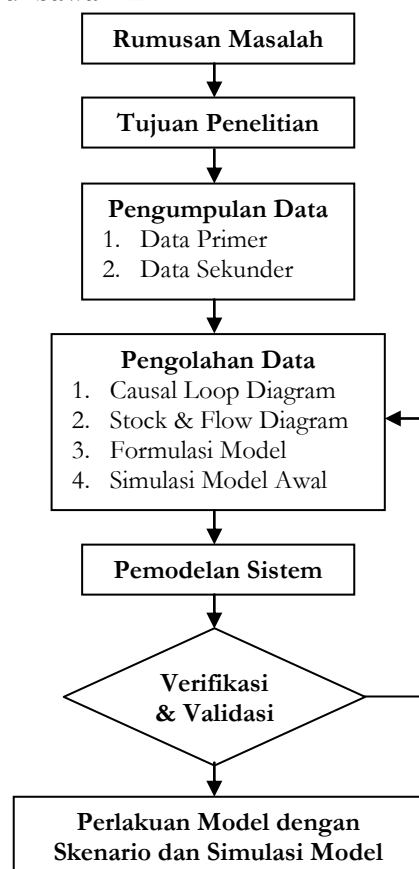
Berdasarkan data di PDAM, pada tahun 2013 jumlah pelanggan PDAM Kabupaten Kutai Timur adalah 14.054 sambungan. Jumlah pelanggan tersebut meningkat pada tahun 2014 menjadi 16.120 sambungan. Dari data tersebut diketahui bahwa Kabupaten Kutai Timur kebutuhan akan air bersih meningkat. Akan tetapi penambahan jumlah pelanggan tidak diimbangi dengan jumlah yang mampu didistribusikan PDAM. Hal itu melatarbelakangi penelitian untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan permintaan air PDAM di Kabupaten Kutai Timur yang selanjutnya digunakan untuk membangun model yang dapat menggambarkan fenomena ketersediaan dan permintaan air PDAM di Kabupaten Kutai Timur dalam jangka panjang (PDAM Kutai Timur, 2015)

Model tersebut dibangun dengan pendekatan *system dynamics* yang selain bisa

digunakan untuk memodelkan fenomena yang terjadi, juga bisa digunakan untuk mensimulasikan alternatif kebijakan yang dapat diambil oleh pemerintah daerah untuk mengatasi permasalahan permintaan dan kekurangan air di Kabupaten Kutai Timur sehingga pada akhirnya akan dapat dirumuskan suatu kebijakan yang diharapkan akan efektif untuk mengatasi permasalahan yang terjadi. Metode system dynamics merupakan salah satu pendekatan pemodelan kebijakan terutama dalam hal peningkatan pemahaman tentang bagaimana (*how*) dan mengapa (*why*) gejala dinamis suatu sistem terjadi (Tasrif, 1998).

Metode Penelitian

Penelitian ini melalui proses yang dibagi dalam beberapa tahap. Tahap-tahap penelitian digambarkan di diagram alir di bawah ini.



Gambar 1 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan sistem dinamis, dimana objek penelitian akan disimulasikan untuk memperoleh informasi terkait keadaan air bersih yang ada di Kabupaten Kutai Timur. Sehingga peneliti bisa menerapkan skenario kebijakan untuk mengatasi kekurangan air bersih berdasarkan pembahasan pendahuluan diatas.

Hasil dan Diskusi

Asumsi Model

Untuk asumsi model simulasi terhadap ketersediaan air bersih di Kabupaten Kutai Timur Sumber air baku (Q_{min}) ditetapkan sebesar 27610 liter/detik. Laju peningkatan penggunaan air bersih tetap dari tahun 2013-2019 Periode analisis simulasi dibatasi untuk periode tahun 2013 sampai dengan tahun 2019.

Running Simulasi Model

1. Simulasi Awal

Pada simulasi awal dapat dilihat bahwa PDAM tidak mampu lagi mendistribusikan air pada bulan juli 2016. Hal ini dikarenakan tingginya penggunaan air setiap bulannya akan tetapi tidak diimbangi dengan yang bisa diproduksi oleh PDAM. Berikut disajikan tabel peningkatan pemakaian air bersih dari juni 2013 hingga mei 2015.

Tabel 1 Peningkatan Konsumsi Air (L)

Time	GOL I	GOL II	GOL III	GOL IV	Khusus
01 Jun 2013	8.158.000,00	195.692.000,00	82.640.000,00	16.000,00	7.372.000,00
01 Jul 2013	8.868.355,39	203.666.503,33	88.535.898,34	31.950,47	9.417.240,63
01 Agu 2013	9.578.710,78	211.641.006,66	94.431.796,68	47.900,95	11.462.481,27
01 Sep 2013	10.289.066,17	219.615.509,99	100.327.695,02	63.851,42	13.507.721,90
01 Okt 2013	10.999.421,55	227.590.013,32	106.223.593,37	79.801,89	15.552.962,54
01 Nov 2013	11.709.776,94	235.564.516,65	112.119.491,71	95.752,36	17.598.203,17
01 Des 2013	12.420.132,33	243.539.019,98	118.015.390,05	111.702,84	19.643.443,81
01 Jan 2014	13.130.487,72	251.513.523,31	123.911.288,39	127.653,31	21.688.684,44
01 Feb 2014	13.840.843,11	259.488.026,64	129.807.186,73	143.603,78	23.733.925,08
01 Mar 2014	14.551.198,50	267.462.529,97	135.703.085,07	159.554,25	25.779.165,71
01 Apr 2014	15.261.553,89	275.437.033,30	141.598.983,42	175.504,73	27.824.406,35
01 Mei 2014	15.971.909,27	283.411.536,63	147.494.881,76	191.455,20	29.869.646,98

Sumber : Data diolah menggunakan Powersim Studio 7

Ditambah dengan tingginya tingkat kebocoran pada bagian produksi dan pada saat proses distribusi air ke pelanggan.

Hasil selisih antara produksi air dan jumlah penggunaan air disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil Simulasi Tanpa Skenario Kebijakan (L)

Time	GAP (I)
01 Jun 2013	11.940.574.115,85
01 Jul 2013	11.277.857.291,59
01 Agu 2013	10.615.140.467,34
01 Sep 2013	9.952.423.643,08
01 Okt 2013	9.289.706.818,83
01 Nov 2013	8.626.989.994,57
01 Des 2013	7.964.273.170,32
01 Jan 2014	7.301.556.346,06
01 Feb 2014	6.638.839.521,81
01 Mar 2014	5.976.122.697,55
01 Apr 2014	5.313.405.873,29
01 Mei 2014	4.650.689.049,04
01 Jun 2014	3.987.972.224,78
01 Jul 2014	3.858.561.146,43
01 Agu 2014	3.729.150.068,07
01 Sep 2014	3.599.738.989,71
01 Okt 2014	3.470.327.911,36
01 Nov 2014	3.340.916.833,00
01 Des 2014	3.211.505.754,64
01 Jan 2015	3.082.094.676,28

Sumber : Data diolah menggunakan Powersim Studio 7

2. Validasi Model

Berdasarkan kriteria ketepatan model nilai MAPE tersebut adalah lebih kecil dari 5% (Barlas, 1989). sehingga dapat disimpulkan model dapat diterima. Di bawah ini disajikan tabel hasil uji MAPE dari setiap sub

model pengguna air bersih pada model penelitian ini.

Tabel 3 Uji Validasi Model dengan Uji MAPE

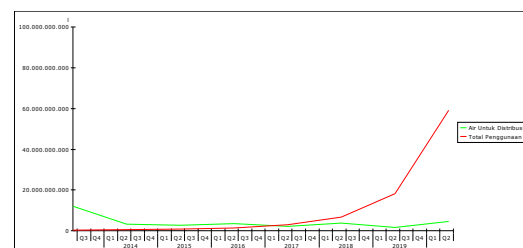
Sub Model	MAPE	Hasil
GOL 1	0,04	Valid
GOL 2	0,02	Valid
GOL 3	0,03	Valid
GOL 4	0,04	Valid
GOL Khusus	0,05	Valid

Sumber : Data diolah menggunakan POM-QM for Windows 3

3. Skenario Kebijakan

A. Skenario Kebijakan Pengendalian Tingkat Kebocoran Pipa

Pada simulasi ini, tingkat kebocoran pada produksi dan distribusi sebesar 0,03 dan 0,29 setiap bulannya. Hal ini akan mempengaruhi jumlah air bersih yang dapat didistribusikan. Sehingga skenario kebijakan yang diberikan, yakni mengurangi persentase kebocoran pada produksi dan distribusi ke nilai 0,02 dan 0,2. Sehingga hasil simulasi untuk ketersediaan air bersih menunjukkan grafik sebagai berikut.



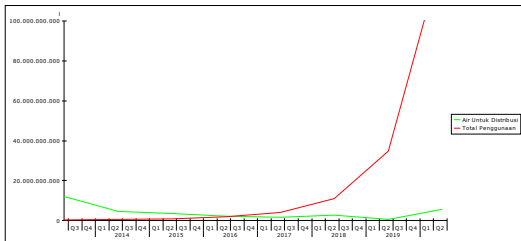
Gambar 2 Pola Kecenderungan Skenario dengan Kebijakan Pengendalian Kebocoran

Pada grafik diatas diketahui bahwa PDAM tidak lagi mampu untuk mendistribusikan air bersih pada kuartal pertama 2017, atau lebih tepatnya pada maret 2017.

B. Skenario Kebijakan Pengendalian Kebutuhan Air Bersih

Pada skenario kebijakan ini pemenuhan kebutuhan air bersih pelanggan dikurangi hingga sebesar

25%. Sehingga pola grafik simulasi untuk kebijakan ini disajikan dalam gambar berikut.

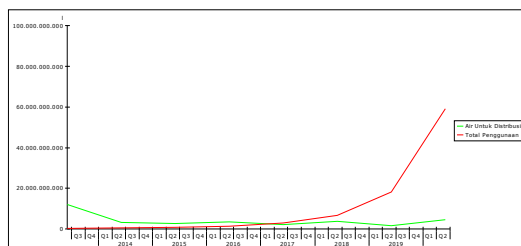


Gambar 3 Pola Kecenderungan Skenario dengan Kebijakan Pengendalian Distribusi Air

Pada skenario ini PDAM mampu untuk mendistribusikan air hingga bulan oktober 2016.

C. Skenario Kebijakan Pengendalian Kebocoran dan Kebutuhan Air Bersih

Pada skenario kebijakan ini tingkat kebocoran produksi dan distribusi ditekan hingga 20% dan 2%, serta pemenuhan kebutuhan air bersih pelanggan dikurangi hingga sebesar 25%. Sehingga pola grafik simulasi untuk kebijakan ini disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 3 Pola Kecenderungan Skenario dengan Kebijakan Pengendalian Kebocoran dan Distribusi Air

Pada skenario ini PDAM mampu untuk mendistribusikan air hingga bulan juli 2017.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan pengembangan skenario kebijakan yang paling efektif dalam menanggapi permasalahan ketersediaan air bersih. Hasil simulasi dapat dirangkum dalam tabel berikut ini.

Tabel 3 Skenario dan Hasil Simulasi

No	Skenario	Hasil Simulasi
1	Tanpa Kebijakan	PDAM hanya mampu mendistribusikan air hingga juli 2016
2	Penurunan Tingkat Kebocoran Produksi dan Distribusi dengan Nilai 0,02 dan 0,2	Kekurangan air tidak terjadi pada bulan maret 2017
3	Pengendalian Kebutuhan Pelanggan Sebesar 25%	Kekurangan air tidak terjadi pada bulan juli 2016, tetapi kekurangan air kembali terjadi pada bulan oktober 2016
4	Penurunan Tingkat Kebocoran Produksi dan Distribusi dengan nilai 0,02 dan 0,2. Serta Pengendalian Kebutuhan Pelanggan Sebesar 25%	Kekurangan air tidak terjadi pada bulan juli 2016, tetapi kekurangan air kembali terjadi pada bulan juli 2017

Sehingga berdasarkan tabel diatas skenario terbaik yang terpilih adalah penurunan tingkat kebocoran dan pengendalian pendistribusian air bersih ke masyarakat.

Daftar Pustaka

- Ariyani, Yayuk, dkk. 2010. Pemodelan dan Simulasi Kebijakan Dengan Pendekatan System Dynamics Kasus Permintaan Air PDAM di Salatiga. Fakultas Ekonomika dan Bisnis, Universitas Kristen satya Wacana: Salatiga.
- Aryanti, Isna. 2014. Pengembangan Model Sistem Dinamik Terhadap Ketersediaan Beras Di Kabupaten Gowa. Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Muslim Indonesia: Makassar.
- Axella, Oxa dan Erma Suryani. 2012. Aplikasi Model Sistem Dinamik untuk Menganalisis Permintaan dan

- Ketersediaan Listrik Sektor Industri (Studi Kasus: Jawa Timur). Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknik Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Kutai Timur dalam angka 2013 : BPS Kabupaten Kutai Timur.
- Badan Pusat Statistik. 2014. Kutai Timur dalam angka 2014 : BPS Kabupaten Kutai Timur.
- Daalen, V., and W.A.H. Thissen. 2001. Dynamics Systems Modelling Continuous Models. Faculteit Techniek, Bestuur en Management (TBM). Technische Universiteit Delft.
- Harmini, dkk. 2011. Model Dinamis Sistem ketersediaan Daging Sapi Nasional. Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Hidayat, Tofik. 2011. Pemodelan Dinamik Analisis Investasi Untuk Meminimasi Tingkat Kehilangan Air (Studi Kasus Di PDAM Kota Tegal). PS. Teknik Industri UPS Tegal: Tegal.
- Hidayatno, Akhmad, dkk. 2005. Pembuatan Permainan Simulasi Bisnis "Executive Decision" Dengan Pendekatan Sistem Dinamis Untuk Meningkatkan Kualitas Pengalaman Pembelajaran. Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia: Depok.
- Ivan. 2012. Model Dinamika Sistem Pasokan dan Distribusi Pada Gangguan Pendistribusian BBM PT. Pertamina Padang. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas: Padang.
- Khumairoh, Lilik dan Budisantoso Wirjodirdjo Analisis Keterkaitan Pelaku Pergulaan Nasional: Suatu Penghampiran Model Dinamika Sistem Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) : Surabaya
- Kusuma, Hendra. 2009. Perencanaan Dan Pengendalian Produksi. Penerbit Andi: Yogyakarta
- Suryani, Erma. 2006. Model Simulasi Sistem Dinamik Dalam Sistem Produksi Dan Pertumbuhan Pasar. Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya
- Tasrif, M. 2004. Model Simulasi Untuk Analisis Kebijakan : Pendekatan Metodologi System Dynamics. Kelompok Peneliti dan Pengembangan Energi. Institut Teknologi Bandung.
- Zuhdi, Aliq. 2007. Peran Pemodelan Sistem Dalam Pengambilan Keputusan Untuk Aplikasi Manufaktur dan Energi. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir: Batan.